

V-324 鉄筋コンクリート部材に発生した非貫通ひび割れと透水性との関係に関する研究

東北学院大学大学院	学生員	小笠原 聡
東北学院大学工学部	正会員	大塚 浩司
(財)電力中央研究所	正会員	廣永 道彦

1. はじめに

コンクリートが高い水密性を持つことは浸透水の作用を直接受ける構造物ばかりでなく多くの構造物において重要なことである。しかし、仮に高い水密性を持つコンクリートであっても荷重作用や地震、基礎の不等沈下等により、構造物にひび割れが発生した場合、水密性は著しく低下する。従来、コンクリート部材をひび割れが貫通した場合のひび割れと透水性についての実験的研究はなされているが部材の途中でひび割れが止まっているような非貫通ひび割れと透水性との関係についての研究はあまり行われていない

そこで、本研究はひび割れが部材の途中で止まっている様な場合、ひび割れと部材の透水性との関係を調べることを目的として、水とほぼ同じ性質を持つ造影剤をひび割れに浸透させ、X線造影撮影法を用いてコンクリート内部に水が浸透していく状況の経時変化を観察し比較検討したものである。

2. 実験の概要

2・1 実験装置と方法

実験に用いた供試体は、 $200 \times 600 \times 70$ mmの矩形で供試体の上面中央部にひび割れを発生させるためのノッチを設け、このノッチの初期の開口値を3種類(0.2mm, 0.3mm, 0.4mm)に設定した。供試体には、ひび割れの急激な進展を制御するために、横筋異形鉄筋(SD345 D10)をかぶり9cmとする位置に配置した。

本実験に用いた実験装置を図-1に示す。矩形供試体を下部H型钢材とチャンネル型钢材により、ボルトを用いて3点(支点・載荷点)で固定し、そのボルトを締め付けることによって供試体に曲げ載荷を行い、ひび割れを発生させた。そして供試体に造影剤を浸透させ一定時間毎にひび割れの内部発生状況・内部浸透状況をX線造影撮影法を用いて検出した。

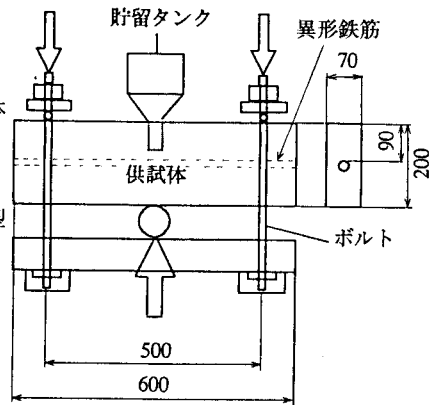


図-1 実験装置

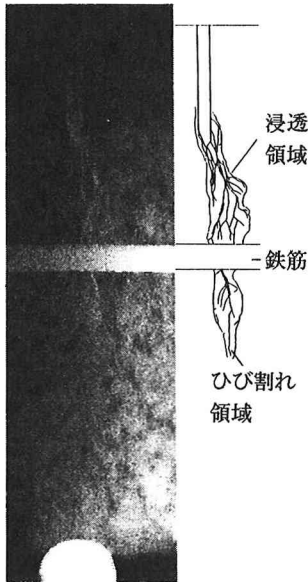
3. 実験結果

3・1 ひび割れ領域・浸透領域の一般的性状

X線造影撮影法によって、開口部では1本のひび割れがコンクリート中では多数の微細なひび割れに枝分かれしている状況(ひび割れ領域)及びその微細ひび割れを通して周りのコンクリートへ造影剤が浸透していく状況(浸透領域)の経時変化を観察することに成功した。そのX線フィルムを撮影した写真とそのトレースを図-2~4に示す。写真中央の横方向に鉄筋、下部に丸く載荷点が観察できる。図-2の浸透後1時間経過した写真よりノッチから微細なひび割れが載荷点方向に鉄筋を越えて進展している状況が観察できる。また、図-3(浸透後30日)から図-2(浸透後1時間)で観察されたような微細ひび割れは、肉眼では判別しにくくなるが浸透時間の経過に連れてひび割れ領域・浸透領域共に大きく成長している状況が観察できる。しかし、図-3(浸透後30日)と図-4(浸透後61日)を比較するとひび割れ領域・浸透領域とも浸透直後の様な大きい変化は示さない傾向が見られた。

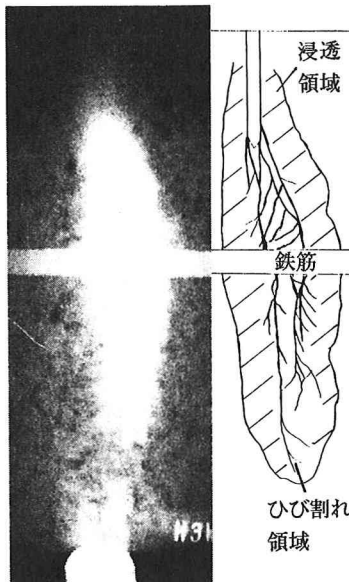
3・2 ひび割れ領域・浸透領域の経時変化の解析

X線造影撮影法によって撮影したX線フィルムをトレースしてそのトレース図からひび割れ領域・浸透



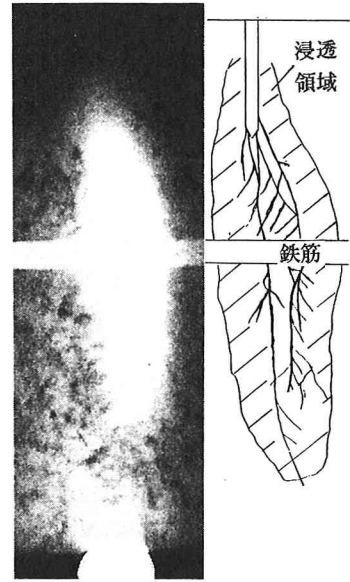
（開口値 0.40）

図-2 浸透後（1時間経過）



（開口値 0.43）

図-3 浸透後（30日経過）



（開口値 0.43）

図-4 浸透後（61日経過）

領域の面積、幅、長さをそれぞれ求めた。図-5はひび割れ領域・浸透領域の経時変化を示す。ひび割れ領域は、造影剤浸透後7日まで急激に増加する傾向が見られるがそれ以後、増加割合は小さくなり約10日後にはほぼ増加が停止しほぼ一定となるような傾向が見られた。しかし、浸透領域は造影剤浸透後約30日まで大きい速度で増加し続け、それ以後、約60日まで緩やかに増加する傾向がしかし、その後ほぼ一定となった。これは、供試体が乾燥したため浸透した水が液相から気相に変化して平衡状態となったためではないかと考えられる。表-1にひび割れ領域・浸透領域の増加率を比較した表を示す。（造影剤浸透後1時間後の値を基準として30日後の値と比較して表にまとめた）特に浸透領域の幅の増加率が長さの増加率に比べて3倍から約4倍と大きくなる傾向が見られた。

4. まとめ

従来、コンクリート中を水が液状水の状態で移動することについての研究はあまりなされておらず、実験的にもコンクリート中の水蒸気移動と液状水移動を区別して測定することは、非常に困難とされてきた。しかし、水とほぼ同じ性質の造影剤（重い元素をイオン化して溶解したもの）を浸透させ、その浸透領域がコンクリート中のひび割れを通じて浸透していく状況を観察できたという実験結果から、コンクリート中を水が液状水の状態で移動したことを実証できたのではないかと考えられる。今後、タンクから流入する造影剤の量を正確に求めることやコンクリートの含水状態を制御する事によってコンクリートのひび割れを通じてひび割れの無い領域への水の浸透を量的に求めることができるのではないかとと思われる。

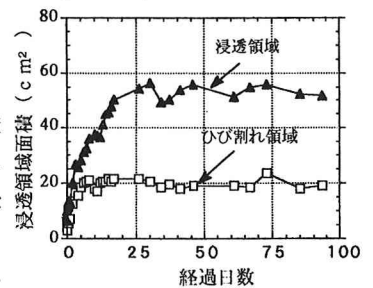


図-5 浸透領域と時間の関係

表-1 浸透長さとし浸透幅の増加率

初期開口値	浸透領域長さ(L1)	浸透領域幅(W1)	ひび割れ領域長さ(L2)	ひび割れ領域幅(W2)
0.2mm	2.5	3.2	2.3	2.4
0.3mm	1.6	3.6	1.6	2.2
0.4mm	2.2	3.8	2.2	2.3